

**No title available.**

Patent Number: DE19719853

Publication date: 1998-11-19

Inventor(s): HAUER HEINER (DE); MOESS EBERHARD (DE); KUKE ALBRECHT DR (DE)

Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Requested Patent:  DE19719853

Application Number: DE19971019853 19970512

Priority Number(s): DE19971019853 19970512

IPC Classification: H01S3/25 ; H01L23/06 ; H01P3/08

EC Classification: H01S5/022

Equivalents:  EP0981842 (WO9852255),  WO9852255

---

**Abstract**

Disclosed is a high frequency semiconductor laser module with a silicone substrate, especially a low resistance siliconized substrate, a laser diode mounted thereon and at least two H-F feeds, one of which is insulated from said siliconized substrate by a dielectric layer. According to the invention, the laser diode is laid on the siliconized substrate by means of a metallic assembly layer, and the H-F layer is moved away so as to be in the vicinity of the laser diode on the dielectric layer.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

(10) DE 197 19 853 A 1

(51) Int. Cl. 6:

H 01 S 3/25

H 01 L 23/06

H 01 P 3/08

(21) Aktenzeichen: 197 19 853.8  
(22) Anmeldetag: 12. 5. 97  
(23) Offenlegungstag: 19. 11. 98

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

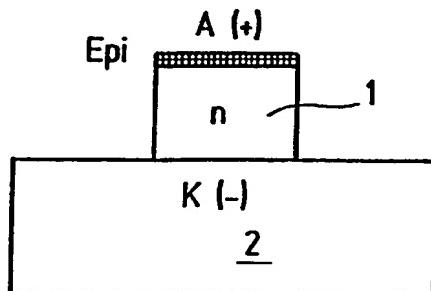
(72) Erfinder:

Hauer, Heiner, 70734 Fellbach, DE; Kuke, Albrecht,  
Dr., 71549 Auenwald, DE; Moess, Eberhard, 71540  
Murrhardt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Hochfrequenz-Halbleitermodul

(57) Die Erfindung betrifft Hochfrequenz-Halbleiterlasermodul, mit einem Silizium-Substrat, insbesondere aus einem niederohmigen Silizium, einer auf dieser angeordneten Laserdiode und wenigstens zwei Leitungen zur HF-Zufuhr, von denen eine durch ein Dielektrikumschicht vom Silizium-Substrat isoliert ist. Erfindungsgemäß ist die Laserdiode über eine metallische Montageschicht auf dem Silizium-Substrat angebracht, und die HF-Leitung bis in die Nähe der Laserdiode auf der Dielektrikumschicht verlegt.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Hochfrequenz-Halbleiterlasermodul nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

## Stand der Technik

Es ist bekannt, Halbleiterlasermodule für die optische Nachrichtentechnik im Hochfrequenz-Bereich von mehreren GHz bzw. Gbit/s einzusetzen. Treiberschaltungen für die HF-Modulation des Halbleiterlasers sind üblicherweise so ausgelegt, daß der heiße HF-Anschluß negativ und der Masse-Anschluß positiv gepolt ist. Von der Treiberschaltung aus muß ein HF-Modulationsstrom möglichst verlustarm zur Laserdiode geführt werden. Hierzu werden Microstrip-Leitungen, Coplanarleitungen oder grounded Coplanarleitungen verwendet. Diese Leitungen benötigen einen dielektrischen Träger, der abhängig von der zu übertragenden Frequenz und von der Dielektrizitätskonstanten des Trägers eine bestimmte Dicke und Isolationsfähigkeit haben muß. Bei Microstrip-Leitungen und auf Masse gelegte bzw. grounded Coplanarleitungen ist die Unterseite des dielektrischen Trägers zumindest im Bereich unterhalb der Leitung großflächig metallisiert und auf Massepotential gelegt. Microstrip-Leitungen haben eine einzelne heiße Leiterbahn auf der Oberseite des Trägers. Bei Coplanarleitungen ist der heiße Leiter auf der Träger-Oberseite beidseitig in einem definierten Abstand von Masse-Leitungen umgeben. Um Verluste zu vermeiden muß eine HF-Leitung möglichst genau mit ihrem komplexen Wellenwiderstand abgeschlossen werden. Üblicherweise werden HF-Leitungen mit einem Wellenwiderstand von  $25 \Omega$ ,  $50 \Omega$  bzw.  $75 \Omega$  eingesetzt. Eine Laserdiode hat einen komplexen Widerstand in der Größe von  $3 \Omega$ . Um den Abschluß geeignet anzupassen wird ein ohmscher Widerstand von entsprechender Größe in Reihe geschaltet. Berücksichtigt werden muß dabei, daß auch durch die Montage bedingte parasitäre imaginäre Widerstandsanteile zum komplexen Gesamtwiderstand beitragen. Wegen des geringen Widerstandes der Laserdiode sind besonders Bonddrähte infolge ihrer Induktivität schädlich, während kapazitive Widerstandsanteile nur einen sehr geringen Beitrag ergeben. Ein weiterer Gesichtspunkt, der bei der Montage einer Laserdiode beachtet werden muß, ist eine ausreichende Abfuhr von Verlustwärme. Aus diesem Grund muß eine Laserdiode auf einem möglichst gut wärmeleitenden Träger montiert werden.

Unter Berücksichtigung dieser technologischen Randbedingungen wurden nach dem Stand der Technik mehrere Aufbaukonzepte für Hochfrequenz-Halbleiterlasermodule entwickelt. Baut man eine Laserdiode auf einem hochisolierenden und gleichzeitig gut wärmeleitenden Substrat wie zum Beispiel Aluminiumoxid-Keramik auf, lassen sich fast alle oben genannten Randbedingungen erfüllen. Fig. 1 zeigt einen solchen herkömmlichen Aufbau. Der Laser-Chip 1 ist auf einem auf seiner Oberfläche metallisierten und strukturierten Trägers bzw. Substrat 2, der bzw. das aus einem isolierenden und gut wärmeleitenden Material wie z. B. Aluminiumoxid-Keramik besteht, montiert. Dieser Träger 2 trägt gleichzeitig die elektrischen HF-Zuführungen 41 und 43. Der heiße Leiter dieser Zuführungen ist als Microstrip-Leitung mit einer oberen 41 und unteren 42 Metallisierung und dem Träger 2 als dielektrischer Zwischenschicht gebildet. Die Masseleitung 43 liegt auf denselben Potential wie die Rückseitenmetallisierung 42. Ein Nachteil dabei ist, daß auf einem Substrat aus Keramik keine hochpräzisen Führungsnoten für die zur Lichtankopplung erforderlichen optischen Komponenten wie Mikrolinsen oder optische Wellenleiter durch mikromechanische Methoden strukturiert werden

können. Eine mikromechanische Strukturierung für Führungsnoten ist hingegen problemlos durch anisotrope Ätztechnik auf einkristallinen Silizium-Substraten möglich. Ein Beispiel hierfür ist in der DE 38 09 396 A1 beschrieben.

- 5 Ein Träger aus Silizium hat neben der mikromechanischen Strukturierbarkeit noch den Vorteil, daß er eine sehr gute Wärmeleitfähigkeit von  $151 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$  hat. Von einer direkt auf den Silizium-Träger gelöteten Laserdiode wird daher sehr gut die Verlustwärme abgeleitet. Nachteilig ist jedoch der niedrige spezifische elektrische Widerstand des Silizium-Substrats von ca.  $700 \Omega\text{cm}$ . Es gibt zwar auch hochohmiges Silizium mit einem spezifischen elektrischen Widerstand von  $6 \text{ k}\Omega\text{cm}$ . Wafer aus diesem Silizium sind jedoch wegen des aufwendigeren Herstellungsprozesses etwa 10 um den Faktor 100 teurer als normale niederohmige Wafer und kommen daher für eine Massenproduktion nicht in Frage. Sollen die elektrischen Leitungen auf dem Silizium-Substrat geführt werden, muß zur Verminderung eines Kurzschlusses mindestens eine der Zuleitungen vom Substrat 15 isoliert aufgebaut sein. Für die elektrischen HF-Leitungen ist als Isolationsschicht beispielsweise Polyimid (PI) gut geeignet. Die PI-Schichtdicke muß dabei so groß sein, daß bei Coplanarleitungen das HF-Feld zwischen den auf der PI-Oberseite angebrachten Leitungen nicht bis in das darunterliegende Silizium greift. Bei grounded Coplanarleitungen oder Microstrip-Leitungen wird das Silizium-Substrat durch eine metallische Grundschiicht auf Massepotential zwischen der PI-Schicht und dem Silizium-Substrat abgeschirmt. Bei diesen Leitungen ist PI als Dielektrikum erforderlich, das 20 für einen Frequenzbereich um  $5-10 \text{ GHz}$  eine Schichtdicke von  $10$  bis  $20 \mu\text{m}$  haben muß.

Unter Kombination der nach dem Stand der Technik bekannten Möglichkeiten der Laserdiodenmontage auf dem Substrat und der HF-Leitungsführung bieten sich auf der 25 Grundlage von Silizium als mikrostrukturierbares Substrat folgende zwei Montagekonzepte an.

- 30 Beispielsweise kann die Laserdiode 1 oben auf der PI-Schicht 14 angebracht werden (Fig. 2). Dies hätte den Vorteil, daß sich die HF-Leitungen verlustarm bis zur Laserdiode führen lassen. Wegen der um mehrere Größenordnungen schlechteren Wärmeleitfähigkeit des PI gegenüber Silizium wäre eine ausreichende Abfuhr der Verlustwärme der Laserdiode durch eine so dicke PI-Schicht jedoch nicht möglich.
- 35 Setzt man die Laserdiode auf einen Keramik-Zwischenträger 4, der direkt auf das Silizium-Substrat 10 montiert ist (Fig. 3), so ist zwar eine ausreichende Wärmeabfuhr gewährleistet, die zusätzlichen Dickeuntoleranzen des Zwischenträgers 4 und seiner Montageschichten machen jedoch 40 den Vorteil der hohen Positioniergenauigkeit der in Silizium-Haltestrukturen montierten mikrooptischen Komponenten bezüglich der Lichtaustrittsfläche der Laserdiode wieder zunichte.

## Vorteile der Erfindung

- 45 Das Hochfrequenz-Halbleiterlasermodul mit den Merkmalen des Hauptanspruchs weist demgegenüber den Vorteil auf, daß eine gute Wärmeabfuhr von der Laserdiode gewährleistet ist und eine zusätzliche Höhenuntoleranz bei der Lasermontage vermieden wird, die HF-Leitung bevorzugt mit PI als Dielektrikum bevorzugt als Microstrip-Leitung, Coplanarleitung oder grounded Coplanarleitung bis in die Nähe der Laserdiode geführt und die Laserdiode selbst auf einer metallischen Lasermontageschicht auf dem Silizium-Substrat montiert ist.
- 50 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

In manchen Fällen ist zwischen der Metallschicht, auf der die Laserdiode montiert wird und dem Silizium-Substrat eine Isolationsschicht erforderlich, wie nachfolgend erläutert. Diese Isolationsschicht muß nicht die für die HF-Wellenleiter erforderliche Dicke haben, da sie sich nur in unmittelbarer Nähe der Laserdiode befindet, somit die Leitungsverluste nur sehr gering sind. Andererseits muß die Isolationsschicht zwischen der Laser-Montageschicht und dem Silizium-Substrat eine gute Wärmeleitung besitzen. Die Isolationsschicht besteht vorteilhafterweise aus Siliziumnitrid und hat eine Dicke zwischen 0,2 µm und 2 µm, vorzugsweise 1 µm. Siliziumnitrid ist besonders gut geeignet, weil es bezüglich seiner thermischen Ausdehnung ( $2,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ) gut an das Silizium-Substrat angepaßt ist und mit 25 W/(K · m) auch eine ausreichende Wärmeleitfähigkeit besitzt. Zur Haftungsverbesserung kann unter dieser Siliziumnitridschicht eine weitere Schicht geringer Dicke von < 0,2 µm angebracht werden. Vorzugsweise besteht diese Schicht aus Siliziumdioxid. Wegen der geringen Wärmeleitfähigkeit von nur 1,4 W/(m · K) darf die Siliziumdioxidschicht nicht dicker sein.

### Zeichnung

Die Erfindung wird anhand der folgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 bis 3 Hochfrequenz-Halbleiterlasermodule gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 4a bis 4d schematisch erste bis vierte Ausführungsformen des erfundsgemäßen Hochfrequenz-Halbleiterlasermoduls;

Fig. 5a bis 5d fünfte bis achte Ausführungsformen des erfundsgemäßen Hochfrequenz-Halbleiterlasermoduls;

Fig. 6a bis 6c neunte bis elfte Ausführungsformen des erfundsgemäßen Hochfrequenz-Halbleiterlasermoduls; und

Fig. 7a bis 7c eine zwölfte Ausführungsform des erfundsgemäßen Hochfrequenz-Halbleiterlasermoduls;

### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Für die Herstellung von Laserdioden werden n- und p-dotierte Halbleiter-Substrate verwendet. Dabei sind n-dotierte Halbleiter-Substrate bevorzugt, weil sie mit geringerer Versetzungsdichte hergestellt werden können, so daß die darauf hergestellten Laserdioden eine bessere Ausbeute und ein besseres Alterungsverhalten haben als im Fall von p-dotierten Halbleiter-Substraten. Die Laserdioden-Chips lassen sich entweder so montieren, daß die Epitaxieschichten mit der aktiven Laserschicht oben (Epi-up) oder unten (Epi-down) liegen. Die Lage der Epitaxieschicht und die Art der Dotierung des Halbleiter-Substrats bestimmen die Lage der Kathode und der Anode einer Laserdiode. Da die Treiberschaltungen für den Laser-Modulationsstrom üblicherweise so ausgelegt sind, daß der heiße Leiter auf negativem Potential liegt, muß die Kathode der Laserdiode mit dem heißen Leiter verbunden sein. Die Anode der Laserdiode kann dagegen auch auf Massepotential liegen.

Die Polaritäten für eine Laserdiode auf einem n- bzw. p-dotierten Halbleiter-Substrat mit Epi-up- bzw. Epi-down-Montage sind in den Fig. 4a bis 4d gezeigt. Fig. 4a zeigt eine Laserdiode, deren Anode auf der Chip-Oberseite ist. Nur Laserdioden, bei denen die Anode auf der Chip-Unterseite angeordnet ist, lassen sich direkt auf einer auf dem Silizium-Substrat aufgebrachten Leiterschicht montieren. Fig. 4b zeigt eine derartige Laserdiode mit Epi-down-Montage auf einem n-Halbleiter-Substrat und Fig. 4c mit Epi-up-

Montage auf einem p-Halbleiter-Substrat. Im Fall der Fig. 4a (n-dotiertes Halbleiter-Substrat, Epi-up) und 4c (p-dotiertes Halbleiter-Substrat, Epi-down) wird die erfundsgemäße isolierende Zwischenschicht eingesetzt.

5 Die Fig. 5a bis 5d zeigen die erfundsgemäßen Ausführungsbeispiele für den Schichtaufbau und die HF-Zuführung bei den in den Fig. 4a bis 4d gezeigten möglichen Chip/Substrat-Polarität für den Fall einer Microstrip-HF-Leitung. Alternativ sind als HF-Leitungen die beiden anderen an sich bekannten Leitungstypen, Coplanarleitung und grounded Coplanarleitung einsetzbar.

Fig. 5a zeigt ein erfundsgemäßes Ausführungsbeispiel für eine Laserdiode LD mit einem n-dotierten Halbleiter-Substrat und oben liegenden Epitaxieschichten und Fig. 5d 15 für ein p-dotiertes Halbleiter-Substrat mit unten liegenden Epitaxieschichten. In beiden Fällen ist auf einem Silizium-Substrat 10 eine dünne gut wärmeleitende Isolationsschicht 11 aus ca. 1 µm dicken Siliziumnitrid aufgebracht. Da das Silizium-Substrat 10 zur Erzeugung von Halterungsnuten 20 mikromechanisch strukturiert werden soll, kann die Isolationsschicht 11 auch als Ätzmaske für die mikromechanische Strukturierung verwendet werden. Auf dieser Isolationsschicht 11 liegt eine erste Leiterschicht 12, die in Bereiche 12a und 12k strukturiert ist. Der Bereich 12a dieser Leiterschicht 12 liegt auf Massepotential und ist über einen Bonddraht 13a mit der obenliegenden Anode A der Laserdiode LD verbunden. Die Laserdiode LD ist mit ihrer unten liegenden Kathode K auf dem Bereich 12k der Leiterschicht 12 leitfähig montiert. Über einem Teil des Bereiches 12a der Leiterschicht 12 ist eine strukturierte PI-Schicht 14 angeordnet, die als Dielektrikum für einen HF-Wellenleiter dient und typischerweise eine Dicke von 10 µm bis 20 µm hat. Auf dieser PI-Schicht 14 ist in einer zweiten Leiterschicht 30 der heiße Leiter 15 des HF-Wellenleiters strukturiert. Dieser ist mit Bonddrähten 17k und 18k über den in Reihe liegenden Abschlußwiderstand 16 mit der Leiterschicht 12k verbunden, auf die die Kathode K der Laserdiode montiert ist.

Die Fig. 5b und 5c zeigen je ein Ausführungsbeispiel für eine Laserdiode mit n-dotiertem Halbleiter-Substrat und 40 Epi-down-Montage bzw. für eine p-dotierte Laserdiode und Epi-up-Montage. Eine isolierende Zwischenschicht ist hier nicht erforderlich, da die Anode der Laserdiode LD unten liegt und direkt auf der unteren auf Massepotential liegenden Leiterschicht 12 montiert ist. Die Leiterschicht 12 muß 45 in diesen Ausführungsbeispielen nicht strukturiert sein. Der HF-Wellenleiter, bestehend aus einer unteren Leiterschicht 12, einem Dielektrikum 14 aus PI mit einer Dicke von 10 bis 20 µm und einer strukturierten oberen heißen Leiterbahn 5 ist bis nahe an die Laserdiode LD herangeführt. Der heiße Leiter 15 ist über den in Reihe mit der Laserdiode liegenden Abschlußwiderstand 16 und über die Bonddrähte 17k und 18k mit der obenliegenden Kathode K der Laserdiode LD verbunden.

In den genannten Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 5a bis 5d kann der HF-Wellenleiter verlustarm bis nahe an die Laserdiode herangeführt und mit einem Abschlußwiderstand 16, der zusammen mit dem Serienwiderstand der Laserdiode LD so groß wie der Wellenwiderstand des HF-Wellenleiters sein muß, abgeschlossen werden. In den obigen 55 Ausführungsbeispielen sind zur Verbindung des HF-Wellenleiters mit der Laserdiode LD Bonddrähte eingesetzt. Der induktive Widerstandsanteil dieser Bonddrähte läßt sich durch die kapazitiven Widerstandsanteile der Laserdiode nicht kompensieren und ist daher störend. Um diesen Nachteil zu beheben werden nachfolgend zwei weitere erfundsgemäßige Ausführungsbeispiele für Laserdioden mit n-dotierten bzw. p-dotierten Halbleiter-Substraten und Epi-down-Montage vorgeschlagen. Hierzu werden Laserdioden

verwendet, die beide Kontakte auf der Epitaxieseite haben. Die Montage und elektrische Kontaktierung erfolgt über Lothöcker (engl. - Bumps).

Fig. 6a zeigt im Querschnitt eine Laserdiode 20 mit n-dotiertem Halbleiter-Substrat und einer nach unten gerichteten strukturierten Epitaxieseite 21. Die Anode A liegt an der aktiven Zone 22 und ist dort mit Kontaktflecken 23 versehen. Die Kathode K ist vom Halbleiter-Substrat zur Epitaxieseite 21 seitlich von der aktiven Zone 22 herausgeführt und dort mit Kontaktflecken 24 versehen. Spiegelbildlich zur Lage 5 der Kontaktflecken 23 und 24 auf der Oberfläche 21 der Laserdiode 20 sind an den entsprechenden Stellen auf dem Silizium-Substrat 10 korrespondierende Anschlußflecken 33 und 34 angeordnet. Die für die Anodenkontaktierung bestimmten Anschlußflecken können auf Massepotential liegen und benötigen nicht unbedingt eine Isolationsschicht gegenüber dem Silizium-Substrat. Die mit dem heißen Leiter 15 des HF-Wellenleiters verbundenen Anschlußflecken 34 sind im Bereich der Laserdiode 20 mit der oben beschriebenen erfundungsgemäß dünnen Isolationsschicht 11 elektrisch vom Silizium-Substrat isoliert. Die Anschlußflecken 33 sind mit der Massemetallisierung 12 auf dem Silizium-Substrat verbunden. Die Montage erfolgt nach dem bekannten Flip-Chip-Verfahren über Lothöcker 35 und 36, die zur mechanischen Befestigung, zur elektrischen Kontaktierung, 10 zur lateralen Ausrichtung und zur Wärmeabfuhr dienen. Die Lothöcker können entweder auf der Laserdiode (Chip-Bumping) oder auf dem Substrat 10 (Substrat-Bumping) aufgebracht sein. Die laterale Strukturierung der Schichten auf dem Silizium-Substrat 10 ist in Fig. 6b gezeigt. In der Isolationsschicht 11 sind Aussparungen 33 vorgesehen, die den Kontakt zur darunter liegenden Massemetallisierung 12 für die Anodenkontaktierung ermöglichen. Der über der Dielektrikumschicht 14 liegende heiße Wellenleiter 15 ist am Ende des Dielektrikums auf die Isolationsschicht 11 heruntergeführt und so strukturiert, daß die Anschlußflecken 34 für die Kathodenkontakte gebildet sind. Der Abschlußwiderstand 16 ist hier vorteilhafterweise als Schichtwiderstand integriert. Fig. 6c zeigt die Strukturierung der Anschlußflecken auf der Epitaxieseite der Laserdiode 20. Auf der aktiven Zone 22 der Laserdiode 20 ist eine Reihe von Kontaktflecken 23 für die Anode angeordnet. Seitlich davon liegen auf einer oder beiden Seiten eine oder zwei Reihen von Anschlußflecken 34 für die Kathode.

Fig. 7a zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Laserdiode 45 mit einem p-dotierten Halbleiter-Substrat 20 in Epi-down-Montage. Hier liegt die Kathode auf der aktiven Zone. Der heiße Leiter muß in diesem Fall zur Chip-Mitte geführt sein und die Kontaktflächen für den Masseanschluß der Laseranode sind seitlich davon angeordnet. Hier kann die Leitergeometrie eines Coplanar-Wellenleiters oder eines grounded Coplanar-Wellenleiters bis direkt unter die Laserdiode 20 zu den Kontaktflächen geführt werden. Der Abschlußwiderstand 16 ist wiederum als Schichtwiderstand integriert.

Die beiden zuletzt anhand der Fig. 6a bis 6c und 7a bis 7c 55 erläuterten Ausführungsbeispiele des erfundungsgemäß Moduls kommen vollkommen ohne Bonddrahte aus, so daß die Montage vereinfacht wird und durch Vermeidung von Bonddrahtinduktivitäten ein noch höherer Frequenzbereich erschlossen wird.

zium-Substrat isoliert ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserdiode über eine metallische Montageschicht auf dem Silizium-Substrat angebracht ist, und daß die HF-Leitung bis in die Nähe der Laserdiode auf der Dielektrikumschicht verlegt ist.

2. Hochfrequenz-Halbleiterlasermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der metallischen Montageschicht für die Laserdiode und dem Silizium-Substrat eine Isolationsschicht angeordnet ist.
3. Hochfrequenz-Halbleiterlasermodul nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolationsschicht eine Siliziumnitridschicht ist.
4. Hochfrequenz-Halbleiterlasermodul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Siliziumnitridschicht eine Dicke zwischen 0,2 µm und 2 µm aufweist.
5. Hochfrequenz-Halbleiterlasermodul nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Siliziumnitridschicht über eine Haftverbesserungsschicht auf dem Substrat angebracht ist.
6. Hochfrequenz-Halbleiterlasermodul nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftverbesserungsschicht eine Siliziumdioxidschicht ist, die eine geringere Dicke als die Isolationsschicht hat.
7. Hochfrequenz-Halbleiterlasermodul nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftverbesserungsschicht bildende Siliziumdioxidschicht eine Dicke > 0,2 µm aufweist.
8. Hochfrequenz-Halbleiterlasermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Dielektrikumschicht zur Isolation der HF-Leitung aus Polyimid (PI) besteht.
9. Hochfrequenz-Halbleiterlasermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die HF-Leitung als Microstrip-Leitung gebildet ist.
10. Hochfrequenz-Halbleiterlasermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die HF-Leitung als Coplanarleitung, vor allem als auf Masse gelegte Coplanarleitung gebildet ist.
11. Hochfrequenz-Halbleiterlasermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserdiode über zum Substrat weisende Lothöcker mit den HF-Leitern verbunden ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Hochfrequenz-Halbleiterlasermodul, mit einem Silizium-Substrat, insbesondere aus einem niedrohmigen Silizium, einer auf dieser angeordneten Laserdiode und wenigstens zwei Leitungen zur HF-Zufuhr, von denen eine durch eine Dielektrikumschicht vom Sili-

**- Leerseite -**

Fig. 1

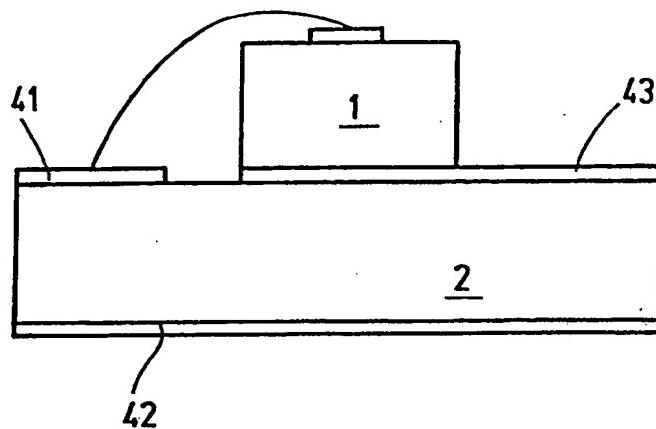


Fig. 2

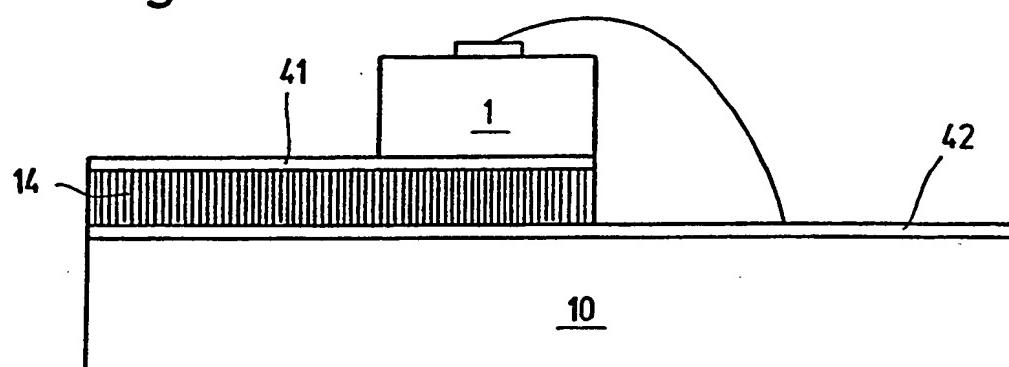


Fig. 3

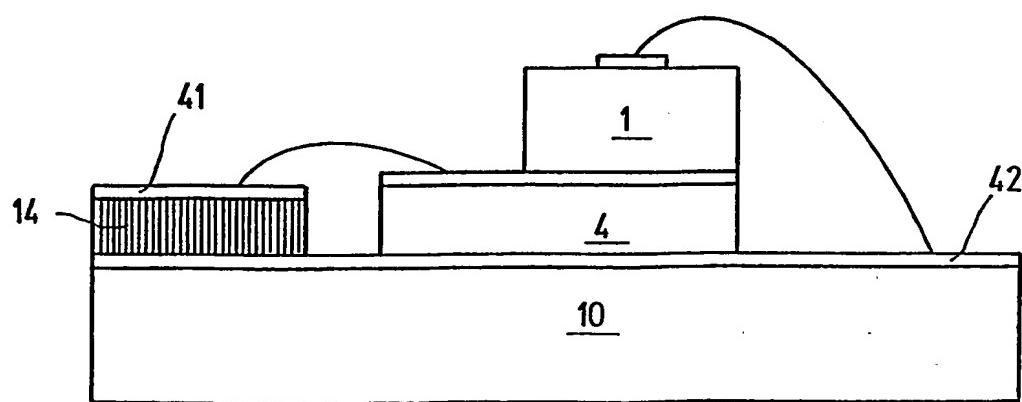


Fig. 4a

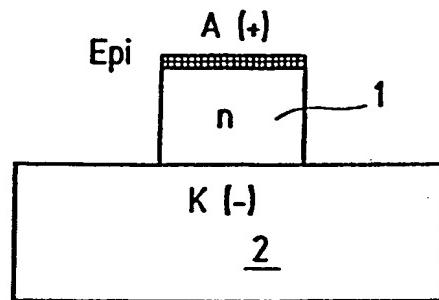


Fig. 4b

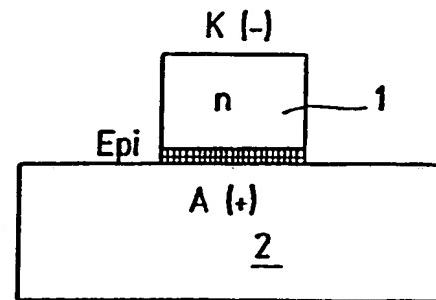


Fig. 4c

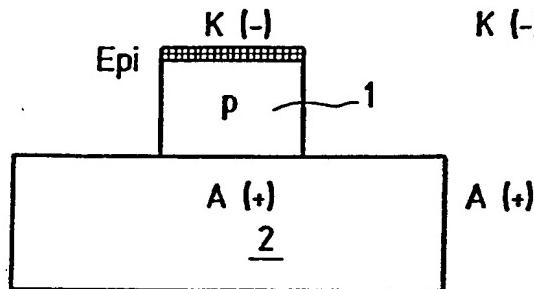


Fig. 4d

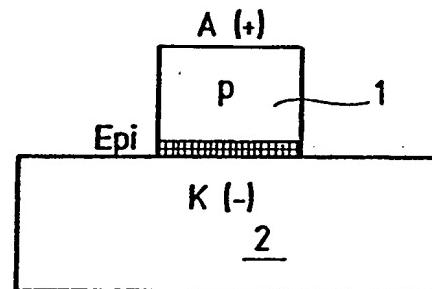


Fig. 5a

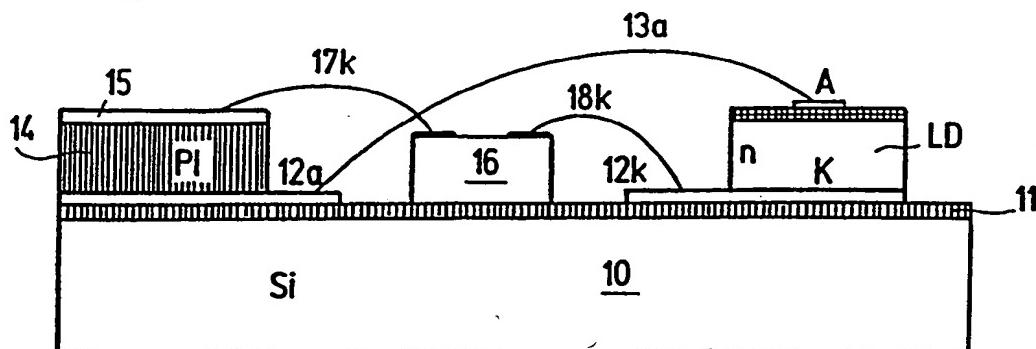


Fig. 5b

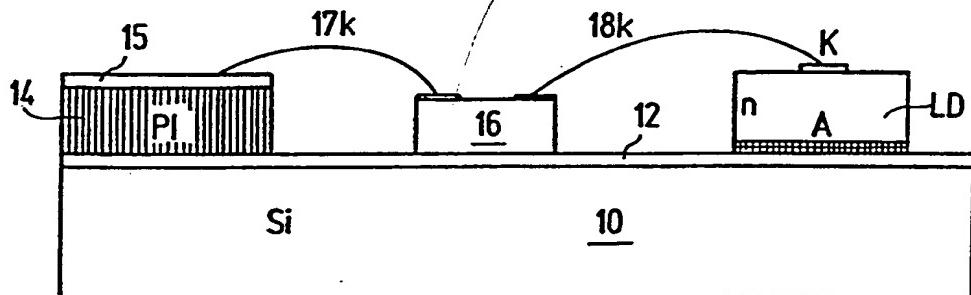


Fig. 5c

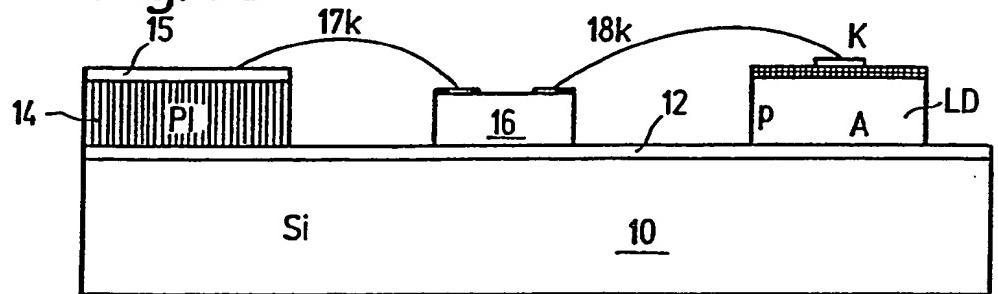


Fig. 5d

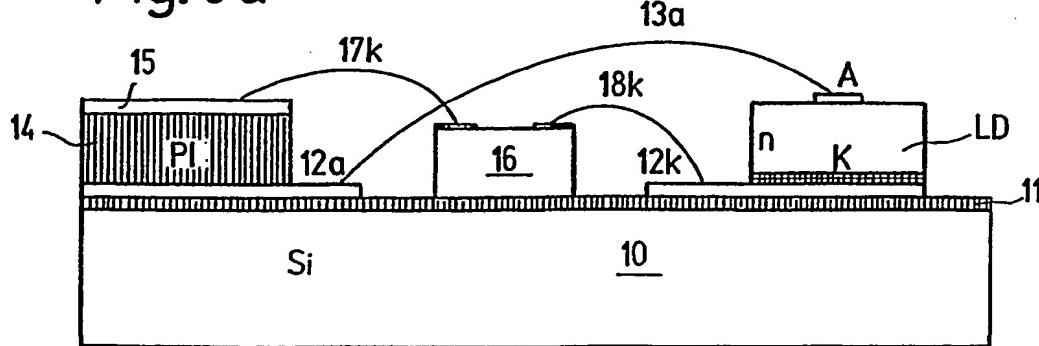


Fig. 6a

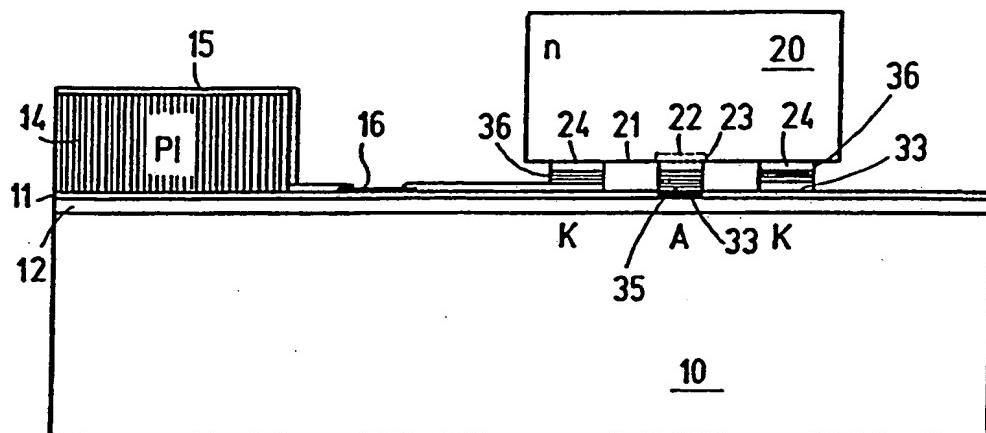


Fig. 6b

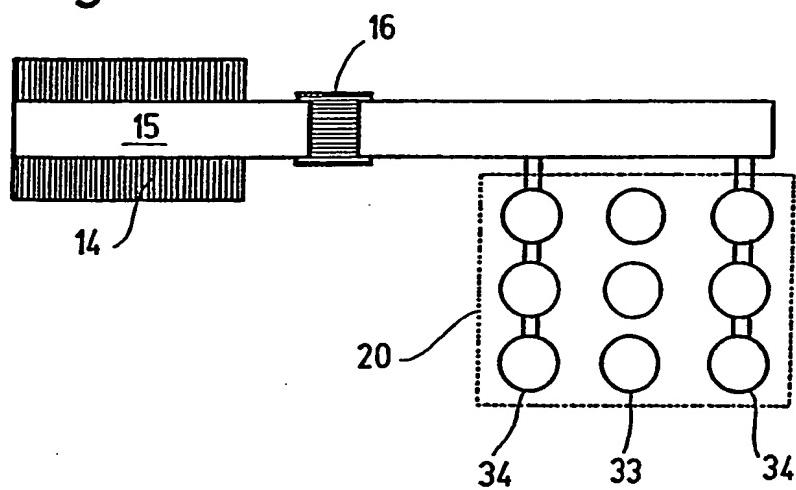


Fig. 6c

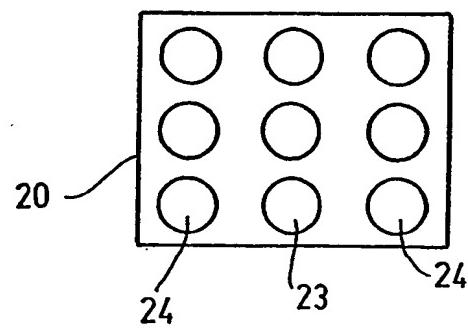


Fig. 7a

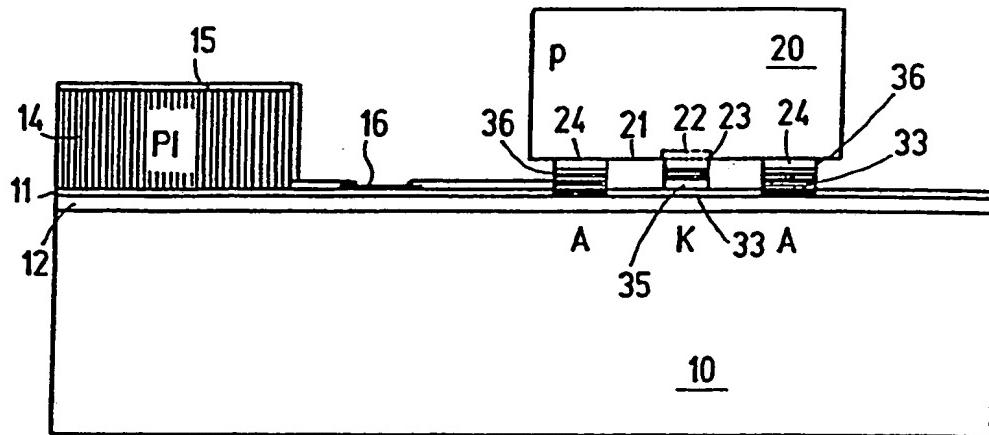


Fig. 7b

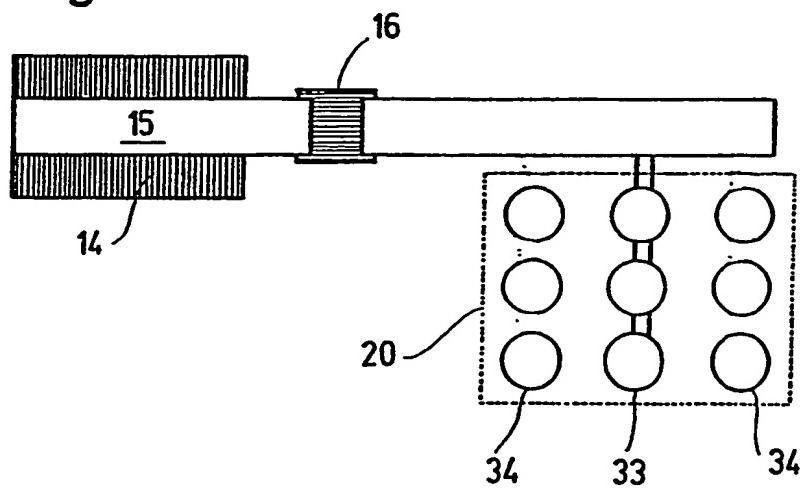


Fig. 7c

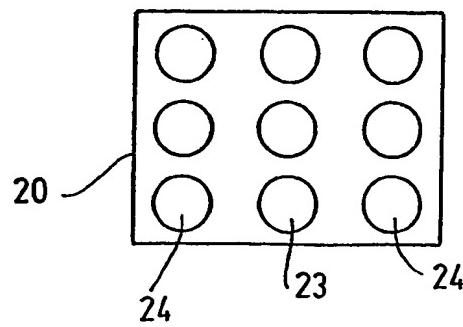


Fig. 1

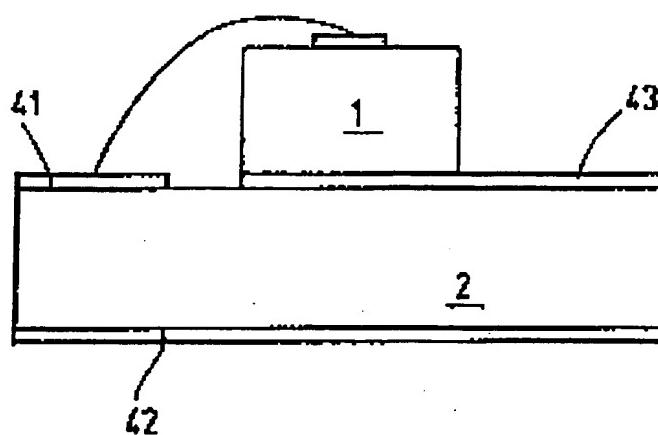


Fig. 2

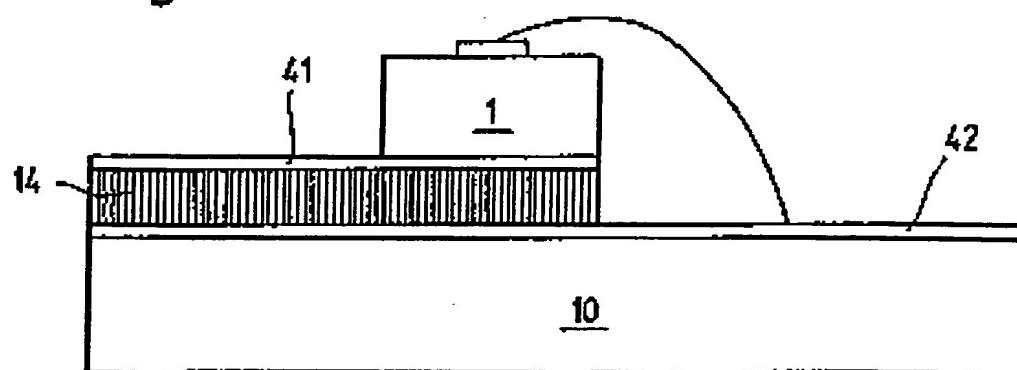


Fig. 3

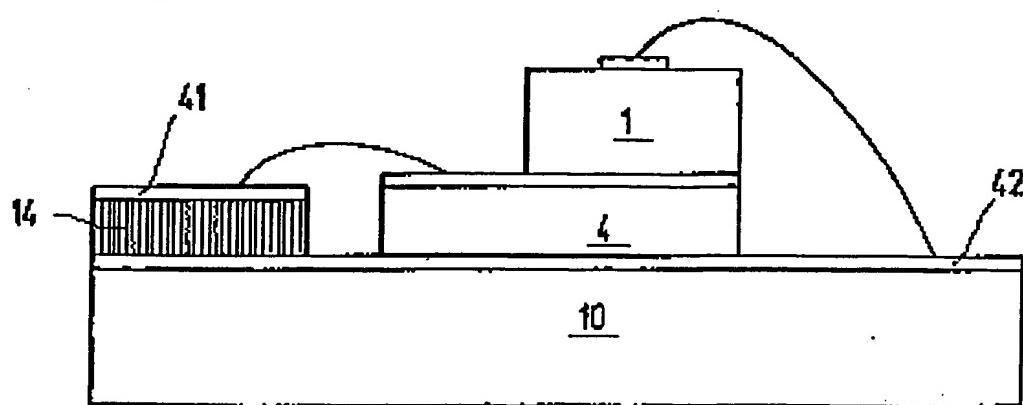


Fig. 4a

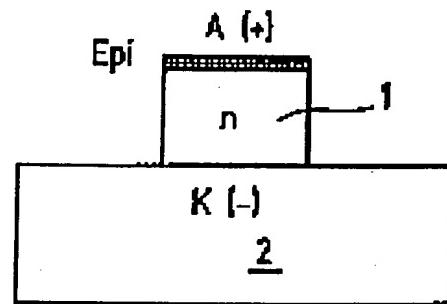


Fig. 4b

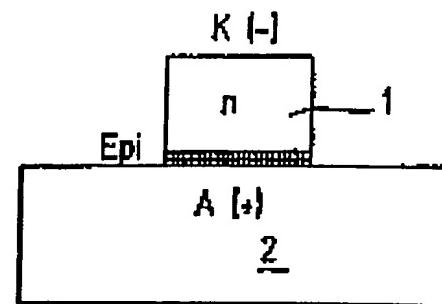


Fig. 4c

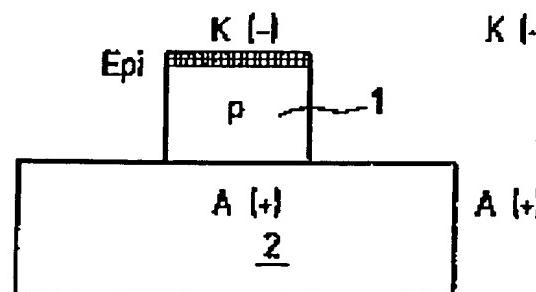


Fig. 4d

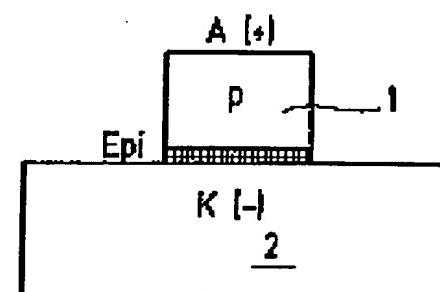


Fig. 5a

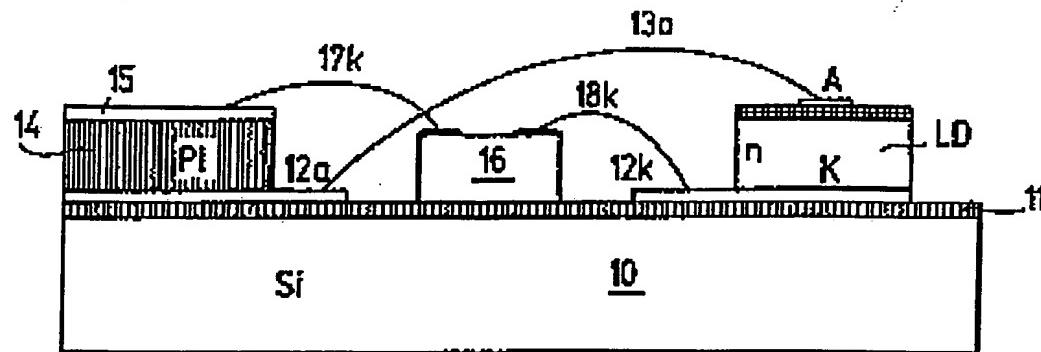


Fig. 5b

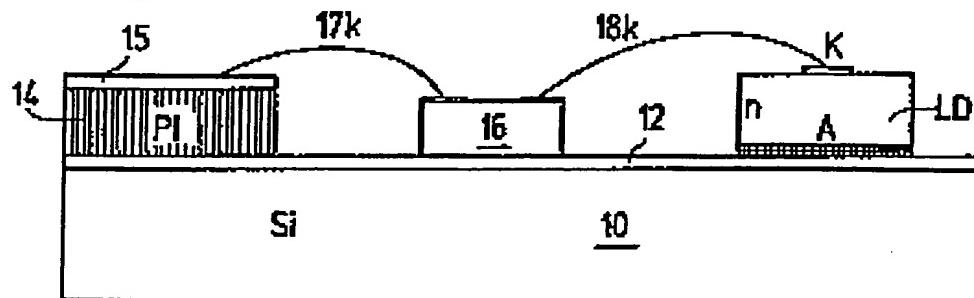


Fig. 5c

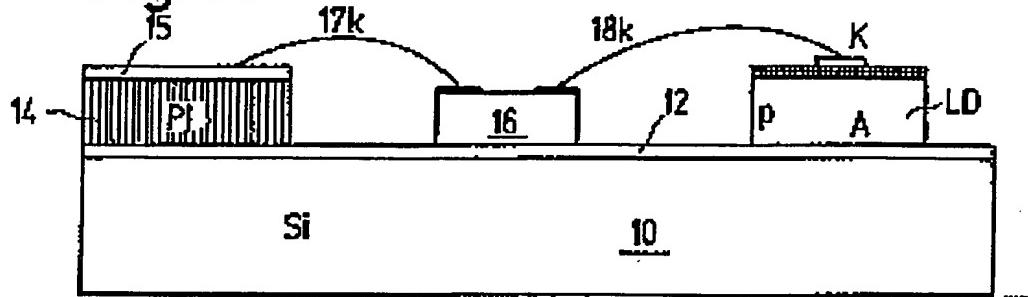
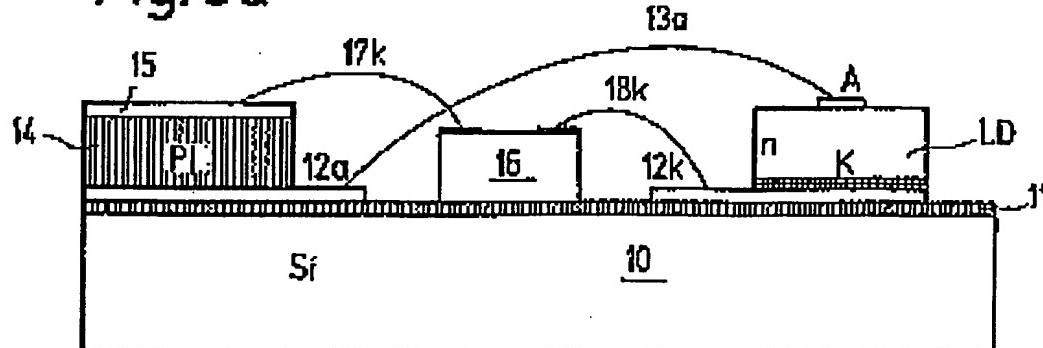


Fig. 5d



Pickett

Fig. 6a

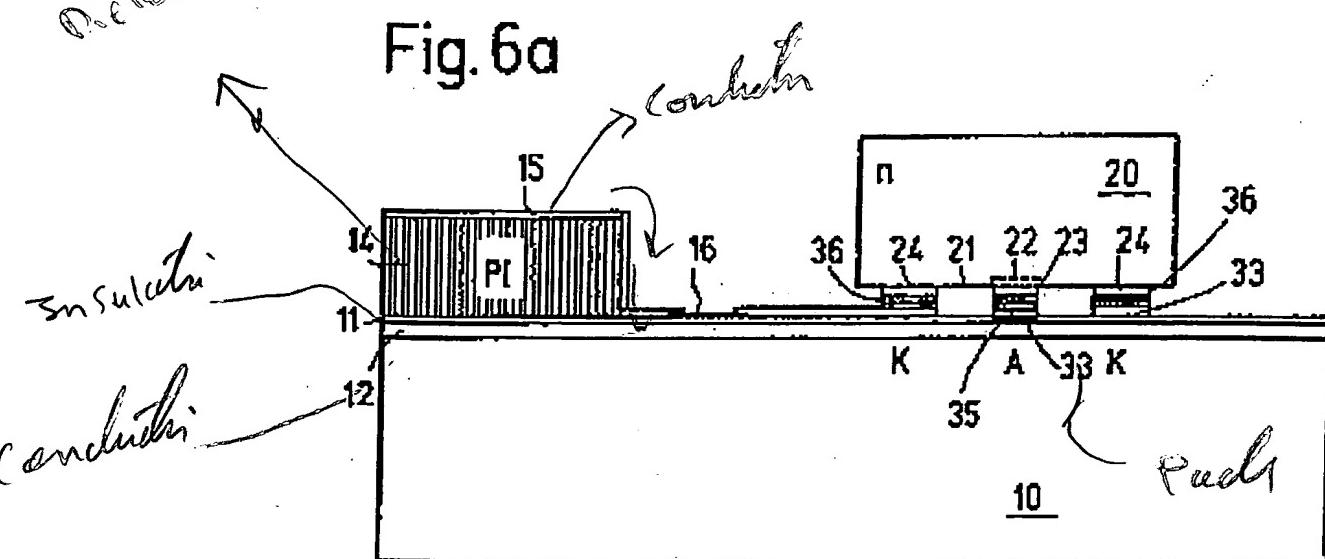


Fig. 6b

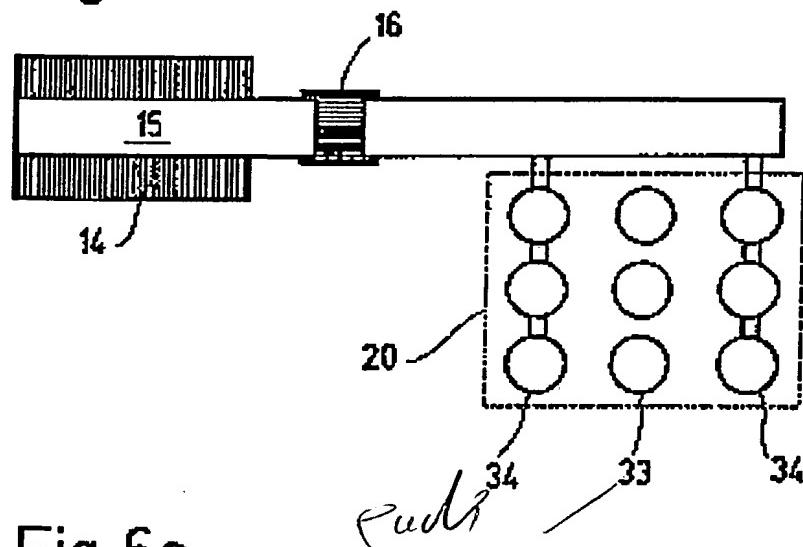


Fig. 6c

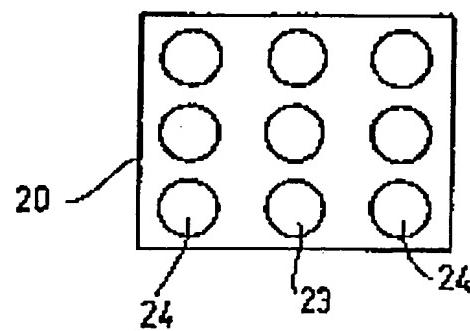


Fig. 7a

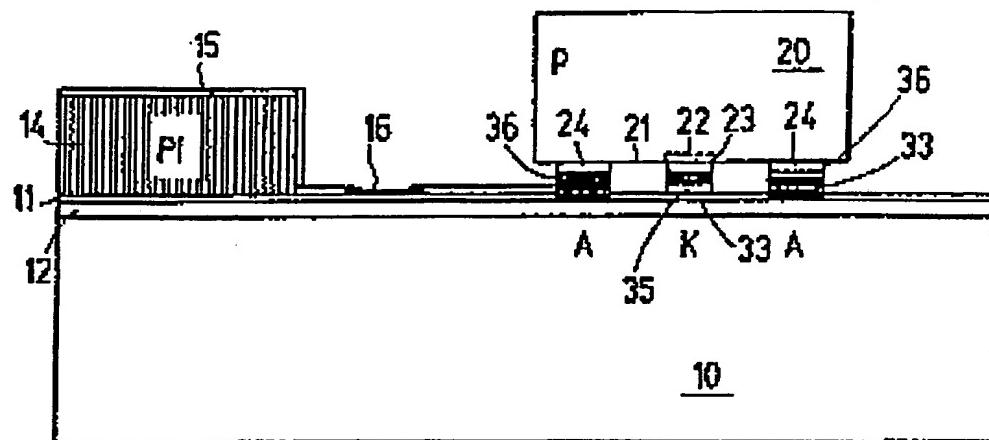


Fig. 7b

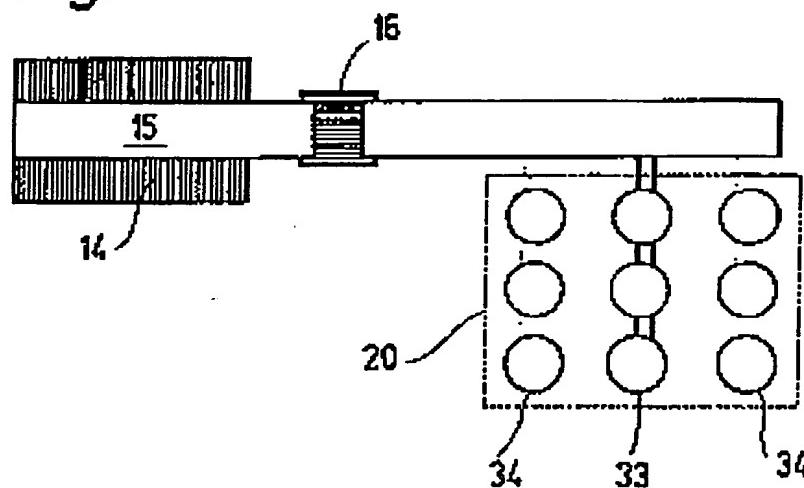


Fig. 7c

